

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日
Date of Application: 2001年 9月28日

出願番号
Application Number: 特願2001-299657

[ST.10/C]: [JP2001-299657]

出願人
Applicant(s): コニカ株式会社

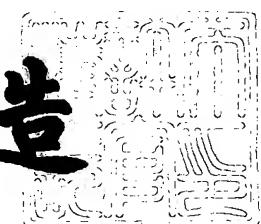
J1050 U.S. PRO
10/079498
02/22/02



2002年 1月11日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3115193

【書類名】 特許願
 【整理番号】 DTM00730
 【あて先】 特許庁長官殿
 【国際特許分類】 G03B 27/58
 F16C 13/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内
 【氏名】 細江 秀

【特許出願人】

【識別番号】 000001270
 【氏名又は名称】 コニカ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100107272

【弁理士】

【氏名又は名称】 田村 敬二郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100109140

【弁理士】

【氏名又は名称】 小林 研一

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2001- 54183
 【出願日】 平成13年 2月 28日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 052526
 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

特2001-299657

【包括委任状番号】 0101340

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光学面成形金型、光学素子、レンズ及びマスター型

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光学素子の光学面を形成するための光学面成形金型であって、過冷却液体域を有する非晶質合金を加熱軟化しプレス成形することによって形成された、光学素子の光学面を成形するための光学成形面を有し、前記光学成形面によって成形された光学素子の光学面には、複数の突起又はくぼみが転写形成されるように、前記光学成形面に、対応したくぼみ又は突起が形成されていることを特徴とする光学面成形金型。

【請求項2】 前記光学素子の光学面の突起又はくぼみは、等価屈折率領域の微細構造を形成することを特徴とする請求項1に記載の光学面成形金型。

【請求項3】 前記光学素子の光学面の突起又はくぼみは、反射防止効果を発生する微細構造を形成することを特徴とする請求項1又は2に記載の光学面成形金型。

【請求項4】 前記光学素子の光学面の突起又はくぼみは、構造複屈折を発生する微細構造を形成することを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の光学面成形金型。

【請求項5】 前記光学素子の光学面の突起又はくぼみは、共鳴領域の微細構造を形成することを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の光学面成形金型。

【請求項6】 前記光学素子の光学面の突起又はくぼみは、前記光学素子に対して光を照射する光源の波長変化による収差変化を調整する機能を有することを特徴とする請求項1に記載の光学面成形金型。

【請求項7】 前記光学素子の光学面の突起又はくぼみは、温度変化による収差変化を調整する機能を有することを特徴とする請求項1又は6に記載の光学面成形金型。

【請求項8】 前記光学素子の光学面の突起又はくぼみは、回折輪帶であることを特徴とする請求項6又は7に記載の光学面成形金型。

【請求項9】 前記過冷却液体域を有する非晶質合金が、室温で硬度Hv3

00以上であることを特徴とする請求項1乃至8のいずれかに記載の光学面成形金型。

【請求項10】 前記過冷却液体域を有する非晶質合金が、室温で硬度Hv700以下であることを特徴とする請求項9に記載の光学面成形金型。

【請求項11】 前記過冷却液体域を有する非晶質合金の組成に、パラジウムを含有することを特徴とする請求項1乃至10のいずれかに記載の光学面成形金型。

【請求項12】 前記過冷却液体域を有する非晶質合金の組成に、パラジウムを30mo1%以上50mo1%以下の割合で含むことを特徴とする請求項1に記載の光学面成形金型。

【請求項13】 前記過冷却液体域を有する非晶質合金の組成に、銅、ニッケル、磷、ジルコニア、アルミニウムのいずれかを少なくとも3mo1%以上の割合で含有することを特徴とする請求項1乃至12のいずれかに記載の光学面成形金型。

【請求項14】 請求項1乃至13のいずれかに記載の光学面成形金型を用いて成形したことを特徴とする光学素子。

【請求項15】 少なくとも光学面を透過する光の波長よりも小さい間隔で複数の突起又はくぼみを形成した光学面を有することを特徴とするレンズ。

【請求項16】 前記光学面の突起又はくぼみは、等価屈折率領域の微細構造を形成することを特徴とする請求項15に記載のレンズ。

【請求項17】 前記光学面の突起又はくぼみは、反射防止効果を発生する微細構造を形成することを特徴とする請求項15又は16に記載のレンズ。

【請求項18】 前記光学面の突起又はくぼみは、構造複屈折を発生する微細構造を形成することを特徴とする請求項15乃至17のいずれかに記載のレンズ。

【請求項19】 前記光学面の突起又はくぼみは、共鳴領域の微細構造を形成することを特徴とする請求項15乃至18のいずれかに記載のレンズ。

【請求項20】 前記光学面は、過冷却液体域を有する非晶質合金を成形することによって形成された光学成形面により成形され、前記複数の突起又はくぼ

みは、前記光学成形面に形成されたくぼみ又は突起により転写形成されることを特徴とする請求項15乃至19のいずれかに記載のレンズ。

【請求項21】 前記過冷却液体域を有する非晶質合金が、室温で硬度Hv300以上であることを特徴とする請求項20に記載のレンズ。

【請求項22】 前記過冷却液体域を有する非晶質合金が、室温で硬度Hv700以下であることを特徴とする請求項21に記載のレンズ。

【請求項23】 前記過冷却液体域を有する非晶質合金の組成に、パラジウムを含有することを特徴とする請求項20乃至22のいずれかに記載のレンズ。

【請求項24】 前記過冷却液体域を有する非晶質合金の組成に、パラジウムを30mo1%以上50mo1%以下の割合で含むことを特徴とする請求項23に記載のレンズ。

【請求項25】 前記過冷却液体域を有する非晶質合金の組成に、銅、ニッケル、燐、ジルコニア、アルミニウムのいずれかを少なくとも3mo1%以上の割合で含有することを特徴とする請求項20乃至24のいずれかに記載のレンズ。

【請求項26】 プラスチック材料を素材とすることを特徴とする請求項15乃至25のいずれかに記載のレンズ。

【請求項27】 ガラス材料を素材とすることを特徴とする請求項15乃至25のいずれかに記載のレンズ。

【請求項28】 請求項1乃至14のいずれかに記載の光学面成形金型を成形するために用いられるマスター型であって、前記光学素子の光学面に対応する母光学面に、露光・現像処理を施すことで突起又はくぼみを形成していることを特徴とするマスター型。

【請求項29】 500°Cにおいて硬度Hv300以上である材料により形成されていることを特徴とする請求項28に記載のマスター型。

【請求項30】 前記マスター型の材料は石英であることを特徴とする請求項28又は29に記載のマスター型。

【請求項31】 前記マスター型の材料は単結晶シリコンであることを特徴とする請求項28又は29に記載のマスター型。

【請求項32】 前記マスター型の材料はタングステンカーバイトを含んでいることを特徴とする請求項28又は29に記載のマスター型。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光学素子の光学面を形成する光学面成形金型、光学素子、レンズ及びマスター型に関し、特に光学面に、所定の機能を有する複数の突起又はくぼみを形成した光学素子の光学面を成形する光学面成形金型、それを用いて成形された光学素子、レンズ及びその成形金型を成形するためのマスター型に関する。

【0002】

【従来技術】

従来から一般的に行われてきたプラスチック光学素子の光学面成形金型の製作手法としては、例えば鋼材やステンレス鋼などでブランク（一次加工品）を作つておき、その上に無電解ニッケルメッキとよばれる化学メッキにより、アモルファス上のニッケルと磷の合金を100μmほどの厚みに鍍膜し、このメッキ層を超精密加工機によりダイアモンド工具で切削加工して、光学素子の光学面を成形するための高精度な光学成形面を得ていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

基本的に機械加工により部品形状を創成するため、加工機の運動精度近くまで容易に部品精度が高められる反面、製作工程に機械加工と化学処理が混在し煩雑で納期がかかること、メッキ層の厚みを考慮してブランク（一次加工品）を作製する必要があること、必ずしもメッキ処理が安定している訳ではなく、ブランクの組成の偏りや汚れ具合によってメッキ層の付着強度がばらついたり、ピットと呼ばれるピンホール状の欠陥が生じたりすること、メッキ層の厚みの中で光学成形面を創成しなければならないため、光学成形面を再加工するときなどはメッキ厚みに余裕が無く加工不可能となる場合があること、一般的には繰り返し使用はできず金型コストが高いこと等々の不具合が生じていた。

【0004】

また、多量に光学成形面を加工すると、工具の切れ刃の状態や加工条件、加工環境温度の変化などにより、微妙に切削加工し仕上げた光学成形面の形状がバラツいていた。この光学成形面の加工バラツキは、一般的には100nm程度の光学面形状誤差を発生し、非常に慎重に加工した場合でも50nm程度の形状誤差が残るが、これが加工精度限界と考えられている。

【0005】

更に、近年、波長の数倍からそれよりも小さな微細構造を光学面に施して、新たな光学的機能を光学素子に付加することが試みられている。例えば、非球面光学面を有する成形レンズの表面に回折輪帯を施して、屈折による通常の集光機能とその時に副作用として発生する正の分散を、回折輪帯による回折の大きな負の分散を利用してうち消して、本来、屈折だけでは不可能な色消し機能を有する単玉光学素子が、DVD／CD互換の光ディスク用ピックアップ対物レンズで実用化されている。これは、光学素子を透過する光の波長の数10倍の大きさの回折輪帯による回折作用を利用したもので、このように波長より十分大きな構造による回折作用を扱う領域は、スカラー領域と呼ばれている。

【0006】

一方、光学素子を透過する光の波長の数分の一という微細な間隔で、円錐形状の突起を光学面の表面に密集させて形成させることで、光の反射抑制機能を發揮させることができることが判っている。即ち、微細な間隔で突起を形成することで、光波が光学素子に入射する際の空気界面での屈折率変化を、従来の光学素子のように1から媒体屈折率まで瞬間に変化させるのではなく緩やかに変化させ、それにより光の反射を抑制することができる。このような突起を形成した面は、いわゆる蛾の眼(moth eye)と呼ばれる微細構造で、光の波長よりも微細な構造体が波長よりも短い周期で並ぶことにより、もはや個々の構造が回折せず光波に対して平均的な屈折率として働くもので、このような領域を等価屈折率領域と一般に呼んでいる。このような等価屈折率領域に関しては、例えば電子情報通信学会論文誌 C Vol. J83-C No. 3 pp. 173-181 2000年3月に述べられている。

【0007】

このような等価屈折率領域の微細構造によれば、従来の反射防止コートに比べて反射防止効果の角度依存性や波長依存性を少なくしながら同時に大きな反射防止効果を得ることができ、また、成形により光学面と微細構造が同時に創成できることから、レンズ機能と反射防止機能が同時に得られて、従来のように成形後にコート処理をするといった後加工が不要となる、など生産上のメリットも大きいと考えられ注目されている。さらに、このような等価屈折率領域の微細構造を光学面に対して方向性を持つように配すると、強い光学異方性を光学面に持たせることもでき、従来、水晶などの結晶を削りだして製作していた複屈折光学素子を成形によって得ることができ、また、屈折や反射光学素子と組み合わせて新たな光学的機能を付加することができる。この場合の光学異方性は、構造複屈折と呼ばれている。

【0008】

上述したスカラー領域と等価屈折率領域の間には、回折効率が入射条件のわずかな違いにより急激に変化する共鳴領域がある。例えば、回折輪帯の溝幅を狭くしていくと、波長の数倍程度で急激に回折効率が減少し、また増加するという現象（アノマリー）が発生する。特定の波長のみを反射する導波モード共鳴格子フィルターとして、通常の干渉フィルターと同等の効果をより角度依存性を少なくして実現できる。

【0009】

ところで、スカラー領域や、等価屈折率領域や、共鳴領域を利用して光学素子を形成しようとする場合、その光学面に微細な突起（又はくぼみ）を形成する必要がある。このような微細な突起（又はくぼみ）を備えた光学素子を大量生産するには、一般的にはプラスチックを素材として成形を行うことが適しているといえるが、かかる場合、微細な突起（又はくぼみ）に対応したくぼみ（又は突起）を備えた光学成形面を、金型に設ける必要がある。

【0010】

また、近年、光学面に回折輪帯を施して色収差を効率よく補正する光学系が、光情報記録分野などで実用化され、大量に生産されている。光学材料としては、プラスチックやガラスが使われているが、赤外光学系などではZnSeなどの結

晶材料も用いられている。この様な光学素子を大量に生産する時に効率の良い手法は成形であるが、この際、成形金型において微細な回折輪帯を有する光学成形面を高精度に効率よく製作する技術が、極めて重要となっている。

【0011】

ここで、光学素子の光学面に回折輪帯を設ける場合、例えば光軸方向断面が鋸歯状の回折輪帯を形成することが行われている。このような鋸歯状の回折輪帯を光学面に形成するための金型は、上述の手法により、ダイアモンド工具で切削されることで製作できる。しかるに、ダイアモンド工具を用いた切削において、金型の光学成形面上に回折輪帯に対応した微細なパターンを創成する場合は、工具刃先の銳さが形状の精度を左右し、光学面として転写された時に回折効率に大きな影響を与えることが、特開20001-195769号公報等で述べられるように知られている。

【0012】

従って、回折輪帯の回折効率を低下させないためには、刃先の大きさを十分小さくせねばならず、そのため小さな刃先部分に切削抵抗が集中してかかることから切り込み量を小さくせねばならず、光学成形面全体を均一に切削除去するまでに加工回数が多くなる。また、小さなカッターマークによる光学成形面の表面粗さの劣化を防ぐためにも工具送り速度を遅くせねばならず、1回の光学成形面加工時間も長くなる。その結果、切削長が増大するので工具刃先の損耗が大きくなり、工具交換が頻繁となる。つまり、従来のダイアモンド切削により微細な形状を有する光学成形面を加工する場合は、工具の寿命が極端に短くなり、また、切削によりダイアモンド中のカーボンがブランクに拡散し、それにより工具の寿命を更に短縮化させこととなっている。しかも一つの光学成形面を加工する時間も増大するので、加工効率が非常に低下し、金型の生産性が低下してコストが急激に高くなっていた。そのため、特にダイアモンド切削により微細な形状を表面に有する光学成形面を仕上げる場合には、無電解ニッケルメッキ工程を含まない簡素で納期の短い金型製作手法が望まれる。

【0013】

更に、上述したような等価屈折領域や共鳴領域の突起（又はくぼみ）に関して

は、数十乃至数百ナノメートルの間隔で突起（又はくぼみ）を形成しなくてはならず、切削加工を含む機械的加工では極めて困難であり、実用的な金型が製作されていないのが現状である。加えて、従来の金型は再利用が困難という問題もある。

【0014】

本発明は、かかる従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、従来とは全く異なる思想に基づいて、光学素子の光学面に微細な突起（又はくぼみ）を容易に形成できる光学面成形金型、そのような光学面を備えた光学素子、レンズ及び光学面成形金型を形成するためのマスター型を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の光学面成形金型は、光学素子の光学面を形成するための光学面成形金型であって、過冷却液体域を有する非晶質合金を加熱軟化しプレス成形することによって形成された、光学素子の光学面を成形するための光学成形面を有し、前記光学成形面によって成形された光学素子の光学面には、複数の突起又はくぼみが転写形成されるように、前記光学成形面に、対応したくぼみ又は突起が形成されているので、たとえ突起又はくぼみが数十乃至数百ナノメートルの間隔で形成しなくてはならないものであっても、機械加工を必要とすることなく、転写形成により容易に形成することができる。

【0016】

ここで、過冷却液体域を有する非晶質合金（アモルファス状合金ともいう）について説明する。過冷却液体域を有する非晶質合金は、金属ガラスとも呼ばれ、加熱すると過冷却液体となるアモルファス状の合金である。これは、通常の金属が多結晶組成であるのに対して、組織がアモルファス状のため組成がミクロ的にも均一で機械強度や常温化学耐性に優れ、ガラス転移点を有し、ガラス転移点+50～200℃前後（これを過冷却液体域という）に加熱すると軟化するためプレス成形加工が出来るという、通常の金属に無い特徴を有する。

【0017】

従来、金属ガラスについてこの加熱プレス成形によって成形金型を創成する技

術が特開平10-217257号公報で述べられ、また稜線を有する光学素子について特開平9-286627号公報で述べられている。また。日本機械学会65巻633号346-352「金属ガラスの精密・微細加工に関する研究」で、金属ガラスをプレス成形して光学成形面を有する成形金型部品を創成した例が述べられている。この例では、プレス成形により転写形成された光学面の形状精度は500nm、表面粗さは90nmとしている。

【0018】

本発明者は、金属ガラスがプラスチックなどの成形と根本的に異なる点として、金属材料であるから熱伝導性が非常に高く全体が瞬間に固化し、冷却収縮が小さくしかも成形部位によらず比例的に発生することや型との反応性が低いことなどが挙げられるので、成形圧力や成形時間を最適化することによりプラスチック成形で得られる光学面と同等またはさらに高精度に再現性良く転写できることに思い至った。

【0019】

更に、光学成形面上に微細な突起（又はくぼみ）を有する光学面成形金型として、何らかのマスターから成形転写することで、かかる非晶質合金製の光学面成形金型を得れば、最終成形品であるプラスチックなどの光学素子よりも形状精度の高い金型を多量に容易に得ることが実現できると考えたのである。

【0020】

即ち、形状精度の良いマスターが一つ存在すれば、本発明の光学面成形金型は、容易に大量に製作することができる。しかるに、このようなマスターの形成としては、例えば、光学素子の光学面に対応した面（母光学面）にレジストをスピンドルコート法などで塗布し、電子ビームやレーザービームによって微細パターンを露光した後、現像によって母光学面上の微細パターンを形状化する手法が考えられる。この方法によれば、通常の機械加工での創成では極めて困難である微細な突起（又はくぼみ）を形成することができる。

【0021】

本発明の光学面成形金型で用いることができる非晶質合金の種類は問わない。Pd系、Mg系、Ti系、Fe系、Zr系などの公知の金属ガラスが使えるが、

過冷却液体域を有するアモルファス状である合金材料であることが、本発明に必要な用件であって、これらの組成や種類は問わない。ただし、プラスチック光学素子成形用の金型材料としては、樹脂温度が300℃近くであることから、Pd系、Ti系、Fe系などがガラス転移点が高いので有利であるが、より好ましくはPd系が空气中でほとんど酸化することなく、加熱プレスができ、また、大きなバルク形状が出来るという点でも有利である。この場合、Pd（パラジウム）は貴金属で高価ではあるが、本発明の方法で製作された金属ガラスの成形金型は不要となれば鋳潰して再利用できるため、短納期で加工労務費が低いことを合わせると、長期にわたる金型コストは従来金型より低コストにできる。

【0022】

請求項2に記載の光学面成形金型は、前記光学素子の光学面の突起又はくぼみが、等価屈折率領域の微細構造を形成するものであるので、前記光学素子の光透過率をより高めることができる。尚、前記突起又はくぼみの間隔は、前記光学素子の光学面を透過する光の波長以下であると好ましい。

【0023】

請求項3に記載の光学面成形金型は、前記光学素子の光学面の突起又はくぼみが、反射防止効果を発生する微細構造を形成するものであるので、前記光学素子の光透過率をより高めることができる。尚、前記突起又はくぼみの間隔は、前記光学素子の光学面を透過する光の波長以下であると好ましい。

【0024】

請求項4に記載の光学面成形金型は、前記光学素子の光学面の突起又はくぼみが、構造複屈折を発生する微細構造を形成するものであるので、前記光学素子の光透過率を光の振動方向に応じて変化させることができる。尚、前記突起又はくぼみの間隔は、前記光学素子の光学面を透過する光の波長以下であると好ましい。

【0025】

請求項5に記載の光学面成形金型は、前記光学素子の光学面の突起又はくぼみが、共鳴領域の微細構造を形成するものであるので、例えば前記光学素子の収差の度合いを変化させて、異なる機能を発揮させることができる。

【0026】

請求項6に記載の光学面成形金型は、前記光学素子の光学面の突起又はくぼみが、前記光学素子に対して光を照射する光源の波長変化による収差変化を調整する機能を有するものであるので、前記光学素子の機能をより高めることができる。

【0027】

請求項7に記載の光学面成形金型は、前記光学素子の光学面の突起又はくぼみが、温度変化による収差変化を調整する機能を有するので、前記光学素子の機能をより高めることができる。

【0028】

請求項8に記載の光学面成形金型は、前記光学素子の光学面の突起又はくぼみが、回折輪帯（輪帯状の回折面）であるので、従来、回折輪帯を形成するために用いていた切削加工が不要となり、加工にかかるコスト及び手間を削減することができる。

【0029】

請求項9に記載の光学面成形金型は、前記過冷却液体域を有する非晶質合金が、室温で硬度Hv300以上であるので、光学面成形金型に必要な硬度を確保できる。

【0030】

請求項10に記載の光学面成形金型は、前記過冷却液体域を有する非晶質合金が、室温で硬度Hv700以下であるので、光学面成形金型として、より好ましい硬度を確保できる。

【0031】

通常、金型材料の硬度は、ダイセット金型との摺動や光学成形面の清掃などによる摩耗や傷の発生など、実使用上の耐久性を満足する程度に高いことが要求され、従ってHv300以上は必要である。しかし、あまり硬度が高いと光学成形面のダイアモンド切削時に工具の負担が大きくなり、工具寿命を縮めたり高精度の光学成形面形状の創成が難しくなるので、同時にHv700以下であることが好ましい。金属ガラスである非晶質合金の硬度は、一般的には、室温で、従来の

無電界ニッケルメッキとほぼ同等のHv500～600であり、引っ張り強度は従来のブランク鋼材に対して2倍ほど高く、機械強度の点でも申し分なく、従来より丈夫な金型材料であるといえる。さらに、化学耐性が高いので、プラスチック製光学素子の成形時に発生する微量の腐食性ガスなどにも安定で、成形中に光学素子の光学面に曇りが発生することも防止できる。

【0032】

請求項11に記載の光学面成形金型は、前記過冷却液体域を有する非晶質合金の組成に、パラジウムを含有すると、光学面成形金型の酸化防止を図ることができる。

【0033】

請求項12に記載の光学面成形金型は、前記過冷却液体域を有する非晶質合金の組成に、パラジウムを30mo1%以上50mo1%以下の割合で含むと、光学面成形金型に好適な非晶質合金を得ることができる。

【0034】

請求項13に記載の光学面成形金型は、前記過冷却液体域を有する非晶質合金の組成に、銅、ニッケル、燐、ジルコニア、アルミニウムのいずれかを少なくとも3mo1%以上の割合で含有するので、光学面成形金型に好適な非晶質合金を得ることができる。

【0035】

請求項14に記載の光学素子は、請求項1乃至13のいずれかに記載の光学面成形金型を用いて成形したものであるので、転写形成された前記突起又はくぼみにより所定の機能を發揮できる。

【0036】

請求項15に記載のレンズは、少なくとも光学面を透過する光の波長よりも小さい間隔で複数の突起又はくぼみを形成した光学面を有するので、前記光学面の光透過率をより高めることができる。

【0037】

請求項16に記載のレンズは、前記光学面の突起又はくぼみが、等価屈折率領域の微細構造を形成するので、前記光学面の光透過率をより高めることができる

【0038】

請求項17に記載のレンズは、前記光学面の突起又はくぼみは、反射防止効果を発生する微細構造を形成するので、前記光学面の光透過率をより高めることができる。

【0039】

請求項18に記載のレンズは、前記光学面の突起又はくぼみが、構造複屈折を発生する微細構造を形成するので、前記光学面の光透過率をより高めることができる。

【0040】

請求項19に記載のレンズは、前記光学面の突起又はくぼみが、共鳴領域の微細構造を形成するので、例えば前記光学素子の収差の度合いを変化させて、異なる機能を発揮させることができる。

【0041】

請求項20に記載のレンズは、前記光学面は、過冷却液体域を有する非晶質合金を成形することによって形成された光学成形面により成形され、前記複数の突起又はくぼみは、前記光学成形面に形成されたくぼみ又は突起により転写形成されるので、容易に大量生産することができる。

【0042】

請求項21に記載の光学面成形金型は、前記過冷却液体域を有する非晶質合金が、室温で硬度Hv300以上であるので、光学面成形金型に必要な硬度を確保できる。

【0043】

請求項22に記載の光学面成形金型は、前記過冷却液体域を有する非晶質合金が、室温で硬度Hv700以下であるので、光学面成形金型として、より好ましい硬度を確保できる。

【0044】

請求項23に記載の光学面成形金型は、前記過冷却液体域を有する非晶質合金の組成に、パラジウムを含有すると、光学面成形金型の酸化防止を図ることがで

きる。

【0045】

請求項24に記載の光学面成形金型は、前記過冷却液体域を有する非晶質合金の組成に、パラジウムを30mo1%以上50mo1%以下の割合で含むと、光学面成形金型に好適な非晶質合金を得ることができる。

【0046】

請求項25に記載の光学面成形金型は、前記過冷却液体域を有する非晶質合金の組成に、銅、ニッケル、燐、ジルコニア、アルミニウムのいずれかを少なくとも3mo1%以上の割合で含有するので、光学面成形金型に好適な非晶質合金を得ることができる。

【0047】

請求項26に記載のレンズは、プラスチック材料を素材とするので、例えば光学成形面の微細な形状を精度良く転写できる。

【0048】

請求項27に記載のレンズは、ガラス材料を素材とするので、例えば光学成形面の微細な形状を精度良く転写できる。

【0049】

請求項28に記載のマスター型は、請求項1乃至14のいずれかに記載の光学面成形金型を成形するために用いられるマスター型であって、前記光学素子の光学面に対応する母光学面に、露光・現像処理を施すことで突起又はくぼみを形成していることを特徴とする。

【0050】

従来は、応力歪みの大きい電鋳や基板材料そのものを用いて、光学素子の成形金型を創成することは実用化にいたっていなかった。これに対し、レジストを用いて露光・現像し光学面上に微細な形状を創成する方法について、本発明者は、成形耐久性の高い金属ガラスを用いる新しい光学面成形金型の創成方法を思い至ったのである。即ち、あらかじめ、研削加工やダイアモンド切削加工などにより、非球面形状などの母光学面に創成加工されたマスター型上に塗布されたレジストを、露光現像後にドライエッチングして微細なレジスト形状を直接基材に創成

してマスター型とし、金属ガラスである非晶質合金を加熱軟化してプレス成形することによって、微細な形状を有する母光学面を、光学面成形金型に成形転写するのである。

【0051】

金属ガラスは加熱軟化により数 $k\ g/cm^2$ 程度の圧力で十分にマスター型の微細な形状を転写できるので、加熱プレス成形によってマスター型を破壊することは希である。また、硬度は基材の方が金属ガラスより大きいので、微細な形状を有するマスター型の母光学面を傷つけることもほとんどない。従って、金属ガラスの加熱プレス成形においては通常の射出成形などの場合と異なって、単結晶シリコンや石英などのドライエッチングを行いやすい材料が好ましく適用できる。また、超硬のようなタンゲステンカーバイト系の粉末焼結材料も、構成粒子が母光学面上の微細な形状に比較して小さければ、マスター型として用いることが可能である。このようにして加熱プレス成形で基材から写し取られた形状は、金属ガラスに大きな内部応力を有しないので、極めて再現性が良く、ほとんど同じ形状の金属ガラス製金型の光学成形面を多量に得ることができる。このように従来単独で光学素子として試作されるのみで、成形金型としては実現できなかった微細な形状を有する光学成形面を、金属ガラスの性質を利用して加熱プレス成形により転写することで、光学素子の光学面上に微細な光学パターンを成形できる高精度な光学面成形金型を得る方法が、本発明の範疇である。本発明では、基材の種類は問わない。

【0052】

請求項29に記載のマスター型は、500℃において硬度Hv300以上である材料により形成されていれば、加熱され軟化した非晶質合金を成形することができる。

【0053】

請求項30に記載のマスター型は、その材料は石英であると、請求項30に述した特性を有し、又化学的安定性に優れるので好ましい。

【0054】

請求項31に記載のマスター型は、その材料は単結晶シリコンであると、請求

項30に述した特性を有し、又化学的安定性に優れるので好ましい。

【0055】

請求項32に記載のマスター型は、前記マスター型の材料はタンゲステンカーバイトを含んでいれば、粉末冶金から形成でき、又加熱され軟化した非晶質合金を形成することができる。

【0056】

本明細書中で用いる回折輪帯とは、光学素子（例えばレンズ）の光学面表面に、光軸を中心とする略同心状の輪帯として形成されたレリーフを設けて、回折によって光束を集光あるいは発散させる作用を持たせた回折面のことをいう。例えば、光軸を含む平面でその断面をみれば各輪帯は鋸歯のような形状が知られているが、そのような形状を含むものである。又、回折輪帯をここでは回折溝ともいう。

【0057】

本発明が適用されるに当たり、突起（又はくぼみ）の並びなど、個々の微細構造の形状や配列周期などは関係ない。どのような微細な構造であっても、光学素子に新たな機能を付加する目的で作られたものであれば、その成形金型（光学面成形金型）は本発明の範疇に含まれる。また、新たに付加する機能としては、収差を低減するものに限らない。光学系の特性に応じて収差を故意に増加させる場合も、最終的に理想とする収差に近づける目的で行う限り、本発明の範疇に含まれる。

【0058】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。図1は、光学面成形金型を製作するためのマスターの製作工程を示す図である。まず、図1（a）に示すように、マスター型材1に母光学面（母非球面ともいう）1aを形成する。かかる母光学面1aは、光学面成形金型により形成したいレンズ（光学部材の一例）の光学面形状に一致する。母光学面1aの周囲は、ティルト基準平面1bとなっている。

【0059】

続いて、図1（b）に示すように、不図示の駆動体によってマスター型材1を光軸回りに回転させながら、母光学面1aにレジストRを塗布する（スピンドル）。レジストRは、母光学面1aを含むマスター型材1の上面に、等しい膜厚でコーティングされる。

【0060】

更に、レジストRがコーティングされた母光学面1aに対し、不図示の露光機により電子ビームLBを照射して、微細パターンを露光形成する。続いて、図1（c）に示すように、マスター型材1を溶液中に浸し、母光学面1a上において、露光形成された微細パターンに応じてレジストRを除去する。ここで、電子ビームLBのビーム径は極めて小さいため、数十乃至数百ナノメートルの間隔で、レジストRを除去することができる。

【0061】

その後、図1（d）に示すように、部分的にレジストRが除去されたマスター型材1の上面を、イオンシャワーIS（加速されたアルゴンイオン等）の雰囲気中に曝し（ドライエッチング）、レジストRのパターンに応じて、マスター型材1の表面を除去する。このとき、レジストRの残っている部分は、表面が除去されないため、露光時に厚く円形のレジストRを残すことで、マスター型材1の光学転写面1a'の表面に、小さな円筒形状の突起が多数形成されることとなる。

【0062】

このようにして形成されたマスター型材1は、円管状のブランク型2の一端を閉止するような形でボルト3で固定されて、マスター型4が形成されることとなる（図1（e））。ブランク型2とマスター型材1との間に、エアベントが形成されるように、ブランク型2の端面には、溝2aが形成されている。尚、マスター型材1の加工は、大規模な設備が必要であって、その製作コストも高いが、一つあれば、後述するようにして光学面成形金型を大量に製作できるので、特に問題はない。

【0063】

図2は、光学面成形金型の製作工程を示す図である。まず、図2（a）に示すように、図1で製作されたマスター型4に支柱5を取り付ける。更に、図2（b

)に示すように、マスター型材1及びブランク型2をヒーターHにより予備加熱しておき、過冷却液体域間で加熱し軟化させた非晶質合金MGを、急激な固化を抑制しつつブランク型2内に挿入し、プランジャー6で加圧する。このときブランク型2内の空気は、エアベント(溝2a)を介して外部へと流出する。非晶質合金MGは、溶融した樹脂と同様に柔軟性があるため、わずかな加圧であっても、ブランク型2の内形状に一致するように変形し、又、マスター型材1の光学転写面1a'の形状に一致するように変形する。すなわち、マスター型材1の光学転写面1a'に対応する光学面成形金型の光学成形面(後述する10a)には、円筒に対応したくぼみが形成されることとなる。非晶質合金MGを軟化させて成形することで、マスター型4の損耗を抑制し、その寿命を延長することができる。

【0064】

更に、図2(c)に示すように、マスター型4とプランジャー6とを一体で、冷却水が満たされた容器7内に沈下させることで、非晶質合金MGを急冷させる。尚、かかる冷却は自然放冷であっても良い。その後、容器7から取り出したマスター型4とプランジャー6とを分離させ、固化したアモルファス合金MGを取り出すことで、光学面成形金型10(図2)が形成される。尚、成形後の非晶質合金のフランジ外周面の仕上げ加工において、ティルト基準面1b(図1)でティルトを合わせた後、光学成形面10aを回転させて、その偏心量に基づいて調整を行うことで、光学成形面10aの偏心量の除去を機械加工で行える。

【0065】

図3は、光学素子であるレンズを形成するための金型を示す断面図である。上述のようにして非晶質合金MGから形成した光学面成形金型10と、同様にして形成した光学面成形金型11とを、それぞれ光学成形面10a、11a同士を対向させるようにして、ダイセット金型13、14に挿入し、溶融したプラスチック材料PLを光学面成形金型10、11間に射出して、更に冷却することで、所望の形状のレンズを得ることができる。

【0066】

非晶質合金MGの例としては、以下の組成の金属ガラスを用いることができる

Pd₄₀Ni₁₀Cu₃₀P₂₀

Zr₅₅Cu₃₀Al₁₀Ni₅

Pd₅₃Cu₂₈Ni₁₀P₉

Pd₇₆Cu₁₇Si₇

【0067】

図4は、このような光学面成形金型により形成されるレンズの光学面を拡大して示す一部断面斜視図である。図4(a)においては、レンズの光学面に、複数の突起の例として微細な円筒Cをマトリクス状に多数形成した構成（等価屈折率領域の微細構造の例）となっている。例えばかかるレンズをDVD記録／再生用光ピックアップ装置の対物レンズとして用いた場合、レンズを透過する光は650nm近傍である。そこで、微細な円筒Cの間隔△を160nmとすると、かかる対物レンズに入射する光は殆ど反射せず、極めて光透過率の高いレンズを提供することができる。

【0068】

図4(b)においては、レンズの光学面に、複数の突起の例として間隔△で離隔した多数の微細な三角錐Tを形成しており、図4(a)と同様な顕著な効果を有する。この間隔△としては、0.1～0.2μm以下であると散乱を低下させるので好ましい。図4(c)においては、レンズの光学面に、複数の突起の例として間隔△で離隔した多数のフィンF（構造複屈折の微細構造の例）を形成している。フィンFの長さは、透過する光の波長より長く（上述の例では650nm以上）なっている。かかる構成を備えたレンズは、フィンFに沿った方向に振動面を有する光を透過させるが、フィンFに交差する方向の光は透過させないという、いわゆる偏光効果を奏する。図4(d)においては、レンズの光学面に、連続した複数の突起の例として回折輪帯Dを形成している。回折輪帯Dに関しては、例えば特開2001-195769号公報に、その形状に応じた効果である色収差補正及び温度補正について詳細に述べられているので、以下の説明を省略する。また、図4(a)～(c)においては、簡単のために平面上に、それら突起を設けた例を示したが、その底面を球面や非球面等の適宜の曲率を持った曲面と

し、その曲面上に設けるようにしてもよい。

【0069】

(実施例)

本発明の実施例について説明する。石英バルクに超精密加工機による研削加工で、直径3mm最大法線角5°の緩い非球面母光学面を創成し、その上にネガ型のレジストをスピンドルコートで0.5μmの厚みに塗布した。光学面中心と外周部でのレジスト膜厚差は0.1μm以下であった。表面に導電膜を塗布し、電子ビーム描画装置により加速電圧30keVとやや低めにして後方散乱を大きく発生させる条件で、ドーズ量を調整しながらレジスト表面に0.5μm直径の円錐形状を、ピッチ0.6μmで母光学面全面に露光した。現像後、イオンビームエッティングにより基材である石英バルク表面に円錐状の微細形状を施し光学転写面を得た。これをマスター型として円筒内に配置し、光学転写面が対向する側から加熱軟化した金属ガラスPd₄₀Ni₁₀Cu₃₀P₂₀をプレスして成形し、光学面成形金型の光学成形面を得た。この光学成形面を用いて光学用ポリオレフィン系樹脂によりプラスチックレンズを射出成形したところ、その光学面表面に直径0.3μm 高さ0.3μmの円錐形状が成形転写された。この成形された光学面の反射率は、可視域において1%以下であった。ただし、若干の散乱が目視観察された。

【0070】

【発明の効果】

本発明によると、従来の機械加工では大量生産が困難であった、微細な突起（又はくぼみ）を有する光学面成形金型を容易に得ることができ、またかかる光学面金型を用いることによって、高機能なレンズを容易に得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

光学面成形金型を製作するためのマスターの製作工程を示す図である。

【図2】

光学面成形金型の製作工程を示す図である。

【図3】

光学素子であるレンズを形成するための金型を示す断面図である。

【図4】

光学面成形金型により形成されるレンズの光学面を拡大して示す一部断面斜視図である。

【符号の説明】

1 マスター型材

2 ブランク型

4 マスター型

5 支柱

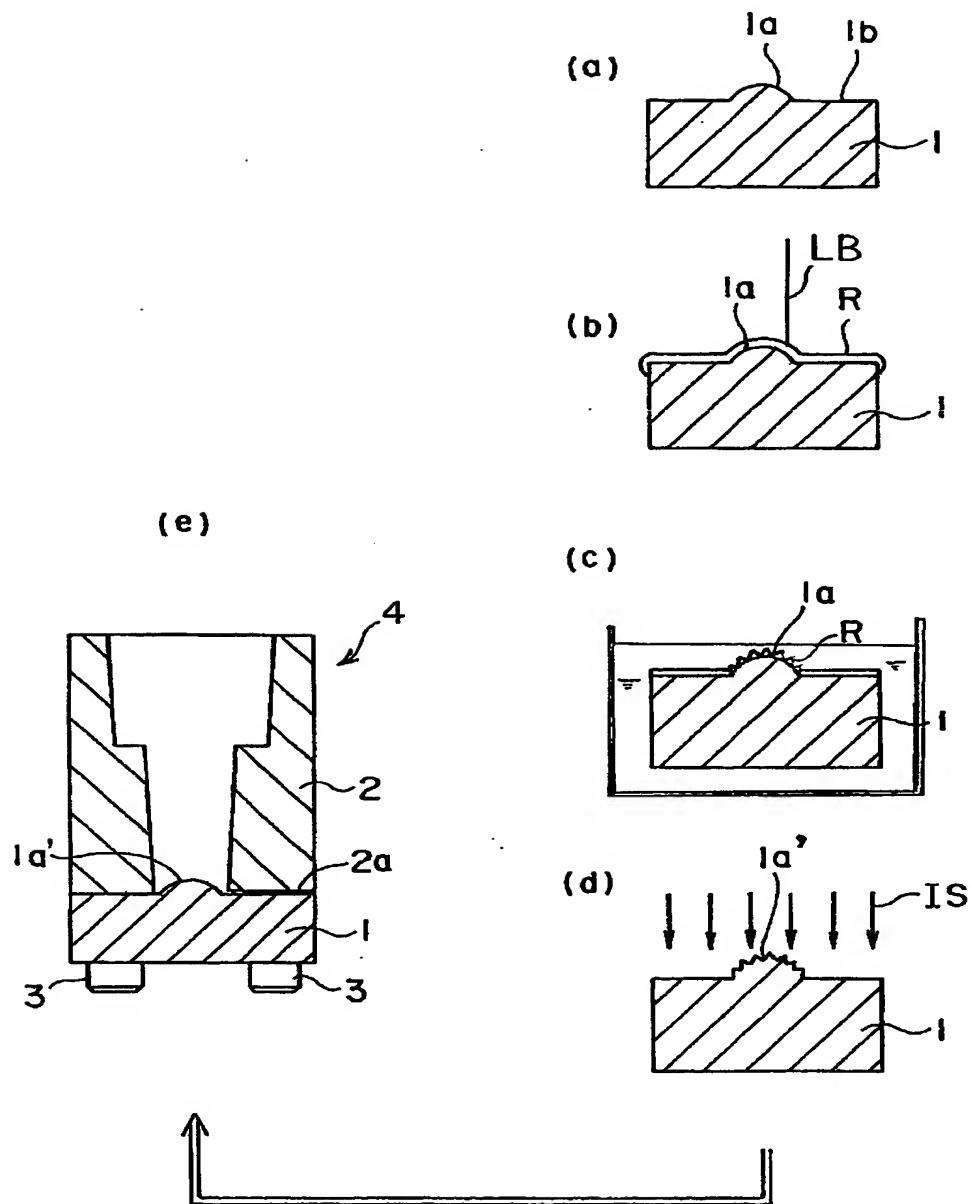
6 プランジャー

7 容器

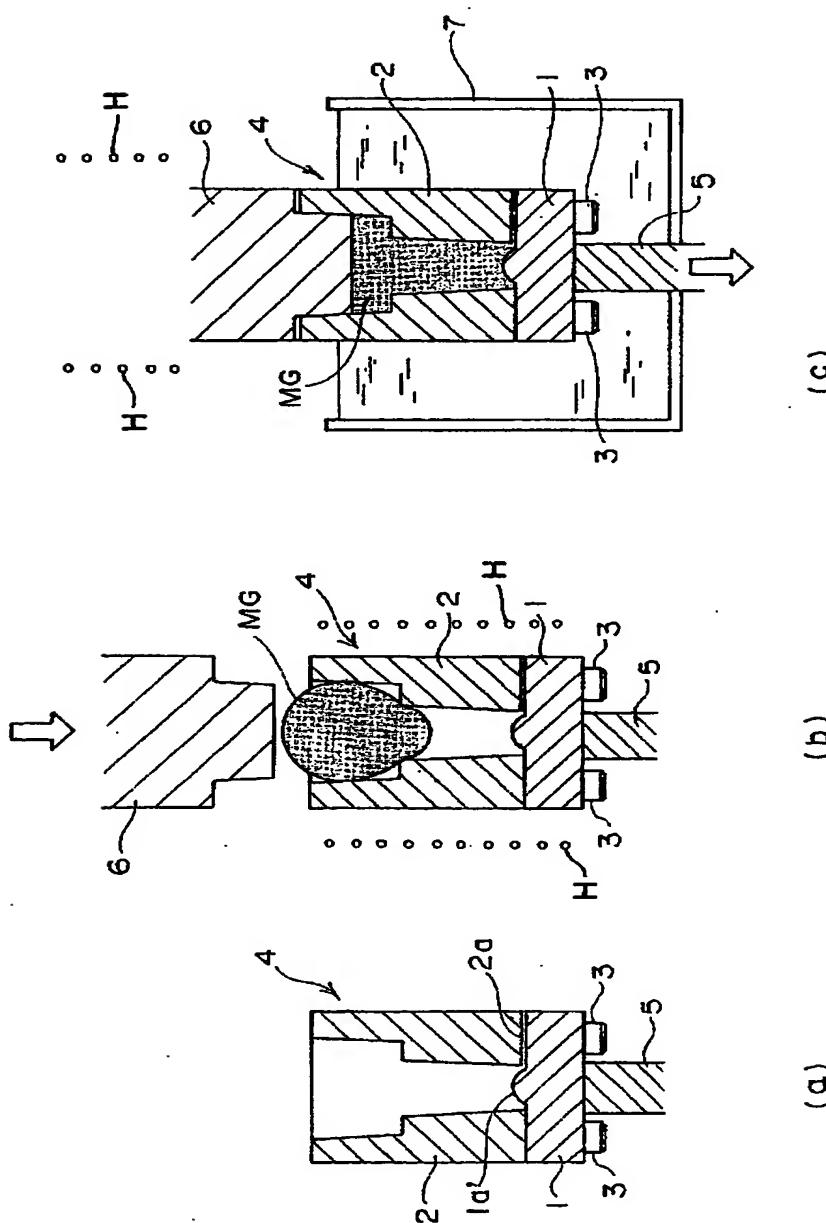
10 光学面成形金型

【書類名】 図面

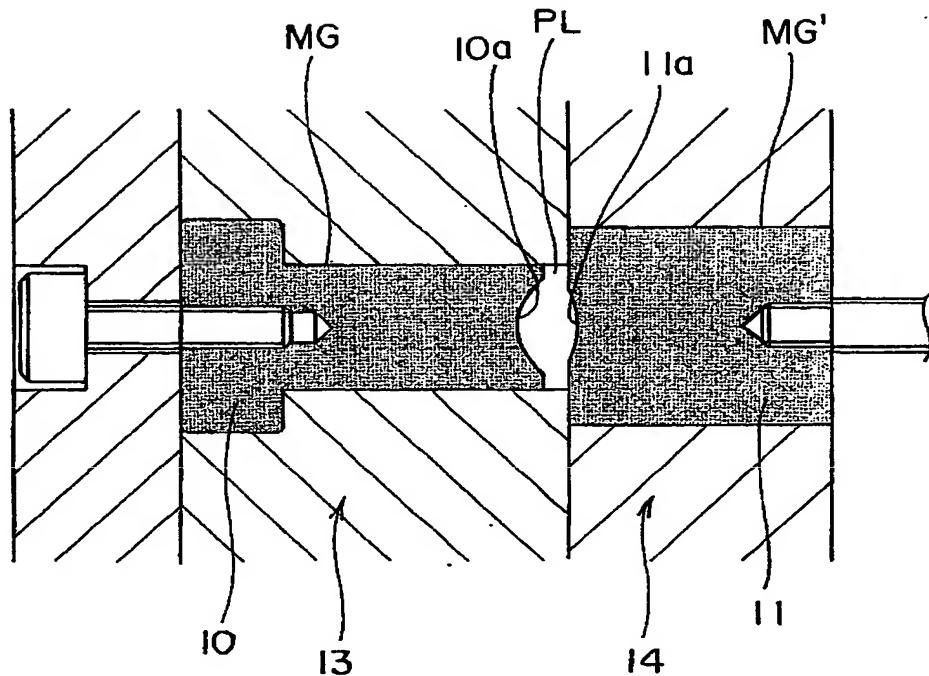
【図1】



【図2】

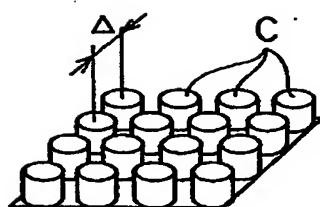


【図3】

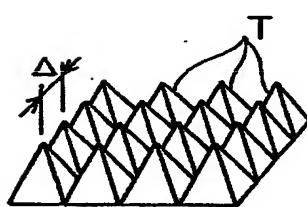


【図4】

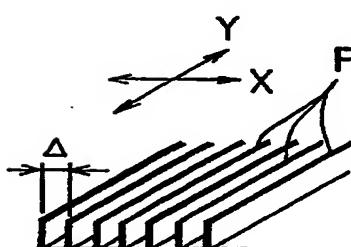
(a)



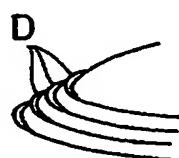
(b)



(c)



(d)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

従来とは全く異なる思想に基づいて、光学素子の光学面に微細な突起（又はくぼみ）を容易に形成できる光学面成形金型、そのような光学面を備えた光学素子、レンズ及び光学面成形金型を形成するためのマスター型を提供する。

【解決手段】

過冷却液体域を有する非晶質合金MGを成形することによって形成された、レンズの光学面を成形するための光学成形面10a、11aによって成形されたレンズの光学面には、複数の突起Cが転写形成されるように対応したくぼみが形成されているので、たとえ突起Cが数十乃至数百ナノメートルの間隔で形成しなくてはならないものであっても、機械加工を必要とすることなく、転写形成により容易に形成することができる。

【選択図】 図2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-299657
受付番号	50101436449
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成13年10月15日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成13年 9月28日

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000001270]

1. 変更年月日 1990年 8月14日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

氏 名 ユニカ株式会社